

ČVUT FEL

Zpráva k semestrální práci

B2M31SYN

Jan Vimr
2018/2019

Úvod

V rámci semestrální práce bylo úkolem provést syntézu nástrojů jedné z vybraných skladeb v prostředí MATLAB s využitím MIDI souborů. Na výběr byly skladby „Vjezd gladiátorů“ od Julia Fučíka a ústřední melodie ze seriálu „Vraždy v Midsomeru“ od Jima Parkera. Pro svoji práci jsem zvolil druhou z nabízených možností, jelikož mě velice lákalo blíže se seznámit s elektronickým hudebním nástrojem Theremin, který je ve skladbě použit. V druhé části práce bylo za úkol provést libovolnou realizaci audio syntézy v prostředí MATLAB. Zvolil jsem další známou melodii, a to skladbu „Suicide Is Painless“ od Johnnyho Mandela, známou ze seriálu „M*A*S*H“, protože mě lákalo vyzkoušet si jak tvorbu dalších hudebních nástrojů, tak i tvorbu nehudebního zvuku, konkrétně hluku helikoptéry, který jsem přidal do úvodu skladby.

Použité nástroje ve skladbě „Vraždy v Midsomeru“

Theremin – funkce theremin.m

Zvuk nástroje – aditivní syntéza

Další použité techniky – vibráto, tremolo

Obálka – lichoběžník

Pro nástroj je typické výrazné vibráto, kterému jsem zvolil kmitočet 6 Hz. Pro napodobení zvuku nástroje jsem použil aditivní syntézu, jelikož má nejméně první 4 harmonické kmitočty. Jako obálka byl zvolen tvar lichoběžníku s velmi rychlým náběhem i poklesem aby zvuk působil spojitě při přechodu z jednoho tónu na druhý. Pokoušel jsem se vyrobit i plynulé přechody s přeladovaným kmitočtem, což se dařilo pro signál vygenerovaný v MATLABU ale v MIDI Toolboxu už ne, a proto jsem tento nápad nakonec nepoužil.

Piano – funkce piano.m

Zvuk nástroje – aditivní syntéza

Obálka – exponenciální

Pokoušel jsem se na tvorbu nástroje použít Karplus-Strongův algoritmus, ale nakonec jsem subjektivně zhodnotil, že výsledky pomocí aditivní syntézy se mi líbí více. Přesné složení vyšších harmonických i parametr dozívání jsem upravil různě pro základní kmitočty nižší a vyšší než kmitočet 262 Hz.

Basklarinet – funkce klarinet.m

Zvuk nástroje – aditivní syntéza

Obálka – lichoběžník

Pro nástroj je typický zvuk pouze lichých násobků základního harmonického kmitočtu. Byl jsem spokojen s výsledkem aditivní syntézy, proto jsem jinou techniku ani nezkoušel.

Violoncello – funkce cello.m

Zvuk nástroje – formantová syntéza

Další použité techniky – tremolo

Obálka – lichoběžník

Jako budící signál jsem použil pilu, která je filtrovaná dvěma formantovými filtry. Výsledky formantové syntézy mi připadaly mnohem lepší než pokusy s aditivní syntézou.

Kontrabas – funkce kontrabas.m

Zvuk nástroje – formantová syntéza

Další použité techniky – tremolo

Obálka – lichoběžník

Byly použity stejné techniky jako u violoncella, zásadní rozdíl je ve formantových kmitočtech.

Použité nástroje ve skladbě – „M*A*S*H“

Kytara – funkce kytara.m

Zvuk nástroje – Karplus-Strongův algoritmus

Pro syntézu kytary byl jasnou volbou Karplus-Strongův algoritmus, jelikož přímo modeluje drnknutí struny. Bylo pouze potřeba upravit jeho parametry.

Elektrická basová kytara – funkce el_baskytara.m

Zvuk nástroje – Karplus-Strongův algoritmus

Syntéza byla provedena stejně jako v případě kytary. Lišily se pouze parametry algoritmu, zejména vzorkovací kmitočet, který modeluje tuhost strun, a útlum kobylky. Proto bylo nutné výsledný signál po provedení algoritmu převzorkovat na stejný vzorkovací kmitočet jako ostatní nástroje.

Trubka – funkce trubka.m

Zvuk nástroje – formantová syntéza

Obálka – lichoběžník

Jako budící signál pro formantovou syntézu jsem použil úzké pulzy, jejichž šířka se mírně zvyšuje v závislosti na základním kmitočtu. Učinil jsem tak na základě subjektivního testu.

Pozoun – funkce pozoun.m

Zvuk nástroje – formantová syntéza

Obálka – lichoběžník

Jako budící signál jsem použil pilu, jinak jsem postupoval jako v případě trubky.

Flétna – funkce fletna.m

Zvuk nástroje – formantová syntéza

Další použité techniky – tremolo

Obálka – lichoběžník

Jako buzení jsem použil trojúhelníkový signál, jinak jsem postupoval jako v případě trubky. Navíc jsem použil lehké tremolo. Výsledky formantové syntézy mi přišly lepší, než výsledky syntézy aditivní a to zejména na vyšších kmitočtech.

Žestě – funkce zeste.m

Pro žest'ovou sekci jsem původně zamýšlel použít efekt chorus, ale nepodařilo se mi vyladit nepříjemné lupání které to způsobovalo ve výsledném souboru a tak tato funkce nakonec obsahuje pouze odkaz na již vytvořené funkce trubka.m a pozoun.m.

Perkusní nástroje

Triangl – funkce triangl.m – aditivní syntéza, exponenciální obálka

Basový buben – funkce kopak.m – formantová syntéza, exponenciální obálka

Palička – funkce drivko.m – formantová syntéza, exponenciální obálka

Vířivý buben – funkce virbl.m – formantová syntéza, exponenciální obálka

Hi-hat – funkce cinel.m – formantová syntéza, exponenciální obálka

Kromě trianglu jsou všechny syntézy velmi podobné, liší se pouze rozmístění rezonančních kmitočtů a šířka jejich pásu.

Hluk helikoptéry – funkce helicopter.m

Zvuk helikoptéry byl realizován na principu filtrační syntézy. Generovaný bílý šum byl modulován signálem ve tvaru pily. Tím vznikne zvuk připomínající různé rotační stroje v závislosti na kmitočtu pily, v mém případě jsem zvolil kmitočet 11 Hz. Na samotný pilový signál jsem dále aplikoval filtr typu dolní propust a přičetl ho k modulovanému šumu. To už mnohem více připomínalo zvuk rotujících lopatek. Ale pro ještě dokonalejší iluzi jsem na spektrum signálu aplikoval spektrální obálku, zkonstruovanou přibližně podle analyzovaného zvuku skutečné helikoptéry. Poté už je iluze z dálky přilétající helikoptéry poměrně dobrá.

Tři oktávy durové stupnice

Kromě výsledných skladeb je podle zadání taktéž přiložen soubor obsahující tři oktávy durové stupnice, kde se postupně vystřídají všechny použité nástroje a to v následujícím pořadí: **baskytara, kontrabas, violoncello, basklarinet, kytara, pozoun, piano, trubka, theremin, flétna**. Dále je za nimi připojena **ukázka perkusních nástrojů** z volitelné skladby a **ukázka helikoptéry**.

Závěr

Výsledkem práce je, podle subjektivního poslechu mnou a nejbližším příbuzenstvem, poměrně zdařilá syntéza obou skladeb. Některé nástroje by jistě zasloužily ještě další modifikace, ale v zásadě jsem s výsledky poměrně spokojen. Pokus o syntézu nehudebního zvuku, tedy hluku helikoptéry, by také zasloužil další práci. Napodobení nehudebního zvuku mi připadalo ještě náročnější než syntéza hudebních nástrojů, ale jsem rád, že jsem si to také zkusil.

Zdroje

<http://sami.fel.cvut.cz/syn/> - materiály k přednáškám, návody ke cvičením a vzorky nástrojů

<http://www.midiworld.com/> - MIDI soubory

<https://freewavesamples.com/> - vzorky jednotlivých nástrojů

<https://www.midieditor.org/> - program na úpravu MIDI souborů

<http://www.gnmidi.com/gnmidfmen.htm> - převodník mezi MIDI formáty 0, 1 a 2