

Semestrální práce Syntéza audio signálů

Michal Lánský

B2M31SYN

ČVUT FEL 2018

Zadání:

- 1) Syntéza nástrojů a nehupebních zvuků ve skladbě: *Julius Fučík "Vjezd gladiátorů"* s využitím MIDI souboru *gladiators.mid*.
- 2) Tři oktávy durové hudební stupnice, ve které se vystřídají vytvořené hudební nástroje následované použitými nehupebními zvuky.
- 3) Libovolná vlastní realizace audio syntézy v Matlabu (možnost i nehupebních zvuků).

Řešení:

1) Pro každý neperkusní nástroj ze skladby „Vjezd gladiátorů“ byla vytvořena vlastní funkce. Tyto funkce jsou uloženy ve složce *instruments* a pro jejich využití je nutné danou složku nainportovat v kořenovém adresáři. Do všech funkcí se předává frekvence. Ostatní parametry jsou nadefinovány v těle každé funkce. Jedná se o dobu tonu, amplitudu ... Všechny funkce mají jeden výstupní parametr, kterým je vektor obsahující vygenerovaný zvukový signál. Perkusní zvuky nemají vlastní funkce a jsou všechny umístěny ve switchi souboru *synth.m*. Všechny vytvořené syntézy jsou volány z funkce *synth()* v závislosti na vstupních parametrech *channel*, *synthtype* a *note* se následně syntetizuje správný nástroj.

Tab. 1 – Seznam syntetizovaných nástrojů neperkusních.

ID	Nástroj	Syntéza	Funkce
1	Acoustic Grand Piano	Karplus-Strong	Piano.m
10	Glockenspiel	Aditivní	Glockenspiel.m
48	Timpani	Aditivní	Timpani.m
49	String Ensemble 1	Formantová	StringEnsemble.m
57	Trumpet	Aditivní	Trumpet.m
58	Trombone	Aditivní	Tombone.m
59	Tuba	Formantová	Tuba.m
62	Bass Section	Karplus-Strong	Bass Section.m
72	Clarinet	Aditivní	Clarinet.m
74	Flute	FM	Flute.m

Tab. 2 – Seznam syntetizovaných perkusních zvuků.

ID	Nástroj	Syntéza
36	Bass Drum 1	FM
38	Share Drum 1	FM
40	Share Drum 2	FM
41	Low Tom 1	FM
49	Crash Cymbal 1	Aditivní
52	Chinese Cymbal	Aditivní
57	Crash Cymbal 2	Aditivní

Použité syntézy:

Aditivní syntéza

Tento druh syntézy spočívá ve sčítání složek tvořících syntetizovaný zvuk, nejčastěji sčítání sinusových průběhů fundamentální frekvence a jejich harmonických. Je vhodná zejména pro nástroje dechové, strunné a znělé bicí nástroje. Vzniklý průběh je pak dále tvarován obálkou tak, aby připomínal obálku skutečného nástroje. V práci byla tato syntéza použita u pozounu, trumpety, klarinetu, tympány, zvonkohry a tří cimbálů. U zvonkohry byla syntéza trochu experimentálně upravena, aby zněla jako bouchání do zvonů.

Formantová syntéza

Tento druh syntézy spočívá v nastavení rezonanční frekvence a šířky pásma a následném vytvoření filtrů. Tato syntéza se používá k syntéze hlasového ústrojí, ale lze s ní vytvořit i některé hudební nástroje. V práci byla syntéza použita pro tubu a smyčcový soubor.

FM syntéza

Tento druh syntézy patří mezi modulační syntézy. Správním nastavením obálky modulačního indexu a amplitudové obálky vznikne požadovaný zvuk. Modulační index určuje, jakým způsobem vznikne nosná frekvence. V práci byla použita u flétny a u řady perkusních zvuků viz tab. 2.

Karplus-Strong

Syntéza je realizována fyzikálním modelováním. Výborné se hodí pro simulaci strun. Zvuk vzniká tak, že se krátký signál bílého šumu sečte se zpožděným a přefiltrovaným signálem. V práci byla syntéza použita pro realizaci piana a basové sekce.

2) Řešení druhého úkolu bylo realizováno v souboru main.m a spočívalo ve vytvoření tří oktáv durové stupnice. Nejprve bylo nutné sepsat frekvenční rozsahy všech vytvořených nástrojů a vybrat celkový rozsah a pořadí ve kterém se nástroje budou střídat [2]. Byl zvolen rozsah od 130,81 Hz (C3) do 1047 Hz (C6) a za ně následně frekvence pro perkusní zvuky. Následně ve for cyklu se vystřídají nástroje po dvou až tří notách na nástroj. V cyklu se přiřazuje číslo daného nástroje podle MIDI standard table. Syntéza probíhá ve funkci synth, která obsahuje vstupní parametry frekvence, doba, amplituda, vzorkovací frekvence, číslo instrumentu a nota. Od dvacáté noty začínají hrát perkusní zvuky. Při řetězení perkusí bylo nutné přidat menší zpoždění, aby vynikly dané zvuky a nesplývaly. Na konci scriptu se provádí normalizace a následné vygenerování souboru Stupnice.m4a ve složce result. Na nahrávce se trochu objevuje rušivý element nesjednocené délky tonu. Ovšem u některých nástrojů se po sjednocení délky tonu úplně ztrácí charakter daného nástroje. Tudíž jsem se rozhodl ponechat unikátní délky každého nástroje i za danou cenu.

3) Řešení třetího úkolu bylo realizováno v souboru main.m a jednalo se o vlastní syntézu. V mém případě byla zvolena syntéza vlaku a třikrát klepnutí na dveře. Výstup z tohoto úkolu je ve složce vlastní.m4a.

Závěr

Cílem mé práce bylo vytvořit algoritmy pro syntézu zvuků v prostředí Matlab a využít je v MIDI souborech pro generování hudebních i nehmdebních děl.

Byly vytvořeny algoritmy pro syntézu 17 nástrojů. Při jejich tvorbě bylo čerpáno z materiálů pro předmět SYN a také z internetu. Výstupem práce jsou tři soubory vygenerované ve složce result. Jedná se o gladiators.midi, Stupnice.m4a, Vlastní.m4a.

Myslím, že hlavní slabina práce je v oblasti neperkurních zvuků, kde byl problém docílit požadovaného efektu. Prostor pro zlepšení by se nacházel především v realizaci cimbálů, jelikož se ve skladbě hrají tři a v mém provedení mezi nimi není příliš velký rozdíl.

Literatura

- [1] <http://sami.fel.cvut.cz/syn/>
- [2] <http://sami.fel.cvut.cz/syn/SYN03.pdf>
- [3] <https://nl.mathworks.com/help/matlab/>
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=l9gzjPLh-IA>
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Karplus%E2%80%93Strong_string_synthesis
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=3aFyZIOIQKs>